

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra robototechniky

**Návrh technologického zařízení pro zajištění požadované orientace
výrobku na dopravníku a jeho následné označení štítkem: bakalářská
práce**

***The Design of Technological Equipment for Achievement of Required
Product Orientation on Conveyer and its Subsequent Labeling: Bachelor
Thesis***

Student:

Jonáš Buchta

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Milan Mihola, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **Jonáš Buchta**

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní obor: 2301R013 Robotika

Téma: **Návrh technologického zařízení pro zajištění požadované orientace výrobku na dopravníku a jeho následné označení štítkem**
The Design of Technological Equipment for Achievement of Required Product Orientation on Conveyer and its Subsequent Labeling

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte analýzu současného stavu řešené problematiky.
2. Na základě této analýzy navrhnete možné varianty řešení a proveďte jejich srovnání.
3. Vybranou variantu rozpracujte dle pokynů vedoucího práce.
4. Práci doplňte podrobnou technickou a výpočtovou dokumentací. Výkresovou dokumentaci vypracujte dle pokynů vedoucího práce.
5. Práci též doložte v elektronické podobě ve formátu MS WORD a konstrukční řešení v CAD systému (dle pokynů vedoucího práce).

Seznam doporučené odborné literatury:

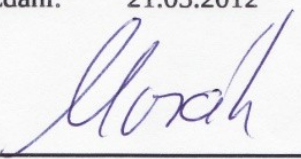
- [1] BURKOVIČ, J. *Projektování a provoz RTP*. 1. vyd. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2004. 110 s. ISBN 80-248-0709-2.
- [2] Talácko, J.-Matička, R. *Konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů*. ČVUT, Praha, 1995. 236 s. ISBN 80-01-01291-3.
- [3] BURKOVIČ, J. *Navrhování robotizovaných montážních linek*. 1. vyd. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2008. 163 s. ISBN 978-80-24-1869-6.
- [4] ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- [5] ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

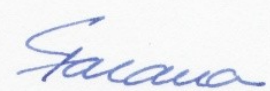
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milan Mihola**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012


prof. Dr. Ing. Petr Novák
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé kvalifikační práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:.....

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Jonáš Buchta

Adresa trvalého pobytu autora práce: Sousedská 289/18, Ostrava – Bartovice, 717 00

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

BUCHTA, J. *Návrh technologického zařízení pro zajištění požadované orientace výrobku na dopravníku a jeho následné označení štítkem: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Robototechniky, 2010, 56 stran. Vedoucí práce: Ing. Milan Mihola, Ph.D.

V bakalářské práci je zpracován projekt automatizovaného pracoviště, na kterém jsou láhve roztříděny a srovnány do jednoho směru. Následně pak dojde k jejich označení etiketou. Projekt je vypracován ve třech variantách, kde hodnotovou analýzou je vybráno optimální řešení, které je pak detailně rozpracováno. Součástí práce je vytvořit 3D model v programu Pro/Engineer a ekonomické zhodnocení. Výkresová dokumentace bude obsahovat dispoziční výkres pracoviště, sestavu obracecího zařízení a výrobní výkres rámu obracecího zařízení.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

BUCHTA, J. *The Design of Technological Equipment for Achievement of Required Product Orientation on Conveyor and its Subsequent Labeling: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Robotics, 2010, 56 pages. Thesis head: Ing. Milan Mihola, Ph.D.

The thesis project is developed automated workplace, where the bottles are sorted and compared in one direction. Subsequently, results in their labeling. The project is developed in three variants, where value analysis is selected, the optimal solution which is then elaborated in detail. The work is to create a 3D model in Pro / Engineer and economic evaluation. Drawings will include drawing layout work, turning the assembly equipment and production drawings frame reversing device.

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Milanu Miholovi, Ph.D. za čas strávený konzultacemi, podnětné připomínky a odbornou pomoc při zpracování bakalářské práce.

Obsah

0	ÚVOD.....	11
1	DOPRAVNÍ ZAŘÍZENÍ PRO DOPRAVU A MANIPULACI S MATERIALEM	12
1.1	CHARAKTERISTIKA PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU	13
1.2	ROZDĚLENÍ PÁSOVÝCH DOPRAVNÍKŮ.....	14
1.3	ROTAČNÍ STOLY	15
1.4	ETIKETOVACÍ TECHNOLOGIE.....	16
1.5	PLASTY A JEJICH VÝZNAM.....	18
2	NÁVRH AUTOMATIZOVANÉHO PRACOVÍŠTĚ.....	21
2.1	POŽADAVKOVÝ LIST	21
2.2	VARIANTA Č. 1.....	22
2.3	VARIANTA Č.2	24
2.4	VARIANTA Č. 3.....	26
3	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	28
4	KONKRÉTNÍ ŘEŠENÍ VARIANTY Č.2	33
4.1	TŘÍDÍCÍ A ETIKETOVACÍ AUTOMATIZOVANÉ PRACOVÍŠTĚ	33
4.2	NÁVRH NÁSYPKOVÉHO DOPRAVNÍKU	35
4.3	NÁVRH DOPRAVOVACÍHO DOPRAVNÍKU	36
4.4	PŘEDBĚŽNÝ VÝPOČET DOPRAVOVACÍHO DOPRAVNÍKU	37
4.5	ZÁSOBNÍK A MECHANIZMUS PRO TVORBU ROZESTUPŮ.....	42
4.6	ETIKETOVACÍ STROJ SYSTÉM 1 TWIST OD FIRMY ALBERTINA.....	44
5	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OBRACECÍHO ZAŘÍZENÍ.....	46
5.1	ÚČEL OBRACECÍHO ZAŘÍZENÍ.....	46
5.2	KONSTRUKCE OBRACECÍHO ZAŘÍZENÍ.....	47
5.3	POPIS A FUNKCE OBRACECÍHO ZAŘÍZENÍ	48
5.4	VÝPOČET ODPOROVÉ SÍLY NA TRN VAHADLA	50
6	TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	53
7	ZÁVĚR	54
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	55

9	SEZNAM PŘÍLOH.....	56
9.1	TIŠTĚNÁ PODOBA	56
9.2	PŘILOŽENÝ DISK CD-ROM	56

Seznam použitých symbolů a značek

<i>Symbol</i>	<i>Význam</i>	<i>Jednotka</i>
a, b, c, d,	Ramena sil a reakcí	[mm]
B	Šířka pásu	[mm]
b _v	Světlá šířka dopravníku	[mm]
d ₁	Průměr dna láhve	[mm]
d ₂	Průměr hrdla láhve	[mm]
D	Průměr hnacího a hnaného bubnu	[mm]
F	Obvodová síla na hnací buben	[N]
F ₁	Maximální tah v pásu – v místě náběhu na buben	[N]
F ₂	Maximální tah v pásu na sbíhající straně bubnu	[N]
F _{v2}	Odpor vlivem ohybu pásu	[N]
F _{p1h}	Odpor k překonání dopravní výšky	[N]
F _{p2h}	Odpor bočních vedení	[N]
F _{Hh}	Hlavní odpor v horní větvi dopravníku	[N]
F _t	Tíhová síla láhve	[N]
g	Gravitační zrychlení	[m/s ²]
k	Počet láhví na dopravníku	[ks]
k ₁	Součinitel respektující vliv teploty	[-]
l _b	Délka bočního vedení	[mm]
l ₁	Vzdálenost přepravy	[mm]
m _l	Hmotnost objektu manipulace (láhve)	[kg]
m _t	Hmotnost dopravovaného materiálu na dopravníku	[kg]
m _v	Hmotnost pásu pro 1 metr	[kg]
M _k	Krouticí moment na buben	[Nm]
N	Dopravní výkon	[ks/h]
P	Požadovaný výkon na hřídel hnacího bubnu	[W]
q ₁	Hmotnost dopravovaného materiálu na 1 metr délky	[kg]
q ₂	Hmotnost 1 metru pásu	[kg]
r	Rameno bubnu	[mm]
r ₁	Poloměr dna	[mm]
r ₁	Poloměr hrdla	[mm]
R _a	Reakce v bodě A	[N]

R_b	Reakce v bodě B	[N]
R-odp.	Odporová síla na trn vahadla	[N]
$R_a\text{-odp.}$	Odporová reakce v bodě A	[N]
$R_b\text{-odp.}$	Odporová reakce v bodě B	[N]
s	Výška pásu	[mm]
t	Teplota	[°C]
t_1	Souřadnice těžiště	[mm]
t_k	Rozteč objektu manipulace (láhví)	[m]
v	Výška láhve	[mm]
V	Objem láhve	[mm]
v	Rychlost pásového dopravníku	[m/s]
α	Sklon láhve	[°]
η	Účinnost	[-]
μ	Globální součinitel tření	[-]
μ_1	Součinitel tření při teplotě 20°C	[-]
μ_2	Součinitel smykového tření mezi láhví a bočním vedením	[-]

0 Úvod

S přibývajícími nároky na kvalitu, množství a cenu výrobku, je nutné zařadit do pracovního cyklu robota, nebo automatizovaný stroj. Vznikají tak robotizovaná a plně automatizovaná pracoviště, která mají splnit všechny tyto nároky a zároveň tak zjednodušit a ulehčit práci člověku. Ve většině případů pak stroj plně nahrazuje pracovní pozici člověka na těchto pracovištích. Robotizovaná a automatizovaná pracoviště nacházejí uplatnění ve výrobních, montážních, zpracovatelských, třídících a jiných sférách průmyslu. Nejčastěji jsou však využívány ve strojním průmyslu a jeho odvětvích.

Dalším odvětvím, které spadá do problematiky této bakalářské práce, je obalová technika, se kterou se setkáváme jak v běžném životě, tak ve všech odvětvích průmyslu. Hlavními požadavky kladenými na obalovou techniku je ochránit obsah, co nejvíce zjednodušit manipulaci a předat požadované informace o výrobku, tak aby si zákazník byl schopen správně vybrat.

Cílem tohoto bakalářského projektu je zaměřit se na návrh technologického zařízení pro zajištění požadované orientace výrobku na dopravníku a následně jeho označení etiketou. V mém případě se jedná o plastové otevírací láhve tzv. lékovky, ve kterých budou pilulky. Základní princip manipulace s těmito láhvemi bude spočívat v roztřídění těchto láhví z chaotického uspořádání na určenou orientaci hrdlem vzhůru a následném přivedení k etiketovacímu stroji, kde dojde k olepení láhve papírovou etiketou. V první části práce bude všeobecný přehled o strojích a zařízeních využívaných v této práci, bližší specifikace materiálu objektu manipulace. V druhé části práce bude návrh variant řešení, výběr a popis optimální varianty. A ve třetí části bude konstrukční řešení obracecího zařízení. Součástí práce bude dispoziční výkres pracoviště, sestavný výkres obracecího zařízení a výrobní výkres rámu obracecího zařízení. Ke zprávě bude přiložené technicko-ekonomické zhodnocení a 3D model automatizovaného pracoviště pro roztřídění a oštitkování lahví.

1 Dopravní zařízení pro dopravu a manipulaci s materiálem

Materiál, polotovary a výrobky jsou ve výrobním procesu dopravovány od pracoviště k pracovišti. Doprava je uskutečňovaná buď jednotlivě, nebo v dávkách, které jsou nejčastěji uloženy na přepravních paletách. Mohou být konstrukčně řešeny pro daný druh materiálu, polotovaru či výrobku zcela individuálním způsobem, vyplývajícím z konkrétní situace a potřeb výrobního systému ([1]).

Dopravní zařízení ve výrobních systémech můžeme rozdělit na dopravníky bez pohonu a s nuceným pohonem dopravovaného objektu: ([1])

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1. Dopravníky bez pohonu | a) skluzy |
| | b) valivé tratě |
| 2. Dopravníky s pohonem | a) válečkové a kladičkové tratě |
| | b) pásové dopravníky |
| | c) řetězové dopravníky |
| | d) podvěsné dopravníky |
| | e) vlečné dopravníky |
| | f) vibrační dopravníky |
| | g) harpunové dopravník |

1.1 Charakteristika pásového dopravníku

Pásový dopravník je dopravník, jehož unášecím prostředkem je nekonečný dopravní pás obíhající mezi poháněcím a vratným bubnem a doplněný dalšími konstrukčními prvky potřebnými pro provoz dopravníku ([2]).

Je určen pro přímočarou vodorovnou a úklonnou dopravu sypkých materiálů (za určitých okolností i kusových materiálů a osob) na krátké, střední i dlouhé vzdálenosti (několik kilometrů) ([2]).

Výhodou pásových dopravníků je plynulá doprava s velkým dopravním výkonem, malé pohybové odpory, bezhlučný chod, bezpečný a spolehlivý provoz a jednoduchá konstrukce se snadnou montáží a demontáží. Určitou nevýhodou je velký počet rotujících částí (údržba) a určité problémy s abrazivními a lepidly materiály ([2]).



Obr. 1-1 Stabilní pásový dopravník ([13])

1.2 Rozdělení pásových dopravníků

Podle lit. ([3]) se pásové dopravníky dělí:

- | | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Podle tažného elementu | a) s gumovým pásem (nebo pásem z PVC) |
| | b) s ocelovým pásem |
| | c) s ocelogumovým pásem |
| | d) s pásem z drátěného pletiva |
| 2. Podle nosné konstrukce | a) stabilní |
| | b) pojízdné |
| | c) přestavitelné |
| 3. Podle sklonu | a) vodorovné |
| | b) šikmé |
| | c) lomené |
| 4. Podle počtu hnacích bubnů | a) jednobubnové |
| | b) vícebubnové |

1.3 Rotační stoly

Rotační stůl se používá jako dočasný "zásobník" produktů, nebo při konstrukční úpravě může sloužit jako zařízení k formování a dávkování produktů.



Obr. 1-2 Rotační stůl PP Technology Morava, spol. s r.o. ([12])

Parametry rot. stolu od PP Technology Morava, spol. s r.o

Základna je vyrobena z lakované oceli, se čtyřmi výškově stavitelnými podpěrami.

Možnost regulace otáčení stolu pomocí variátoru.

Pracovní deska stolu je vyrobena z inox oceli AISI 304

Průměr stolu 900 (1000) [mm]

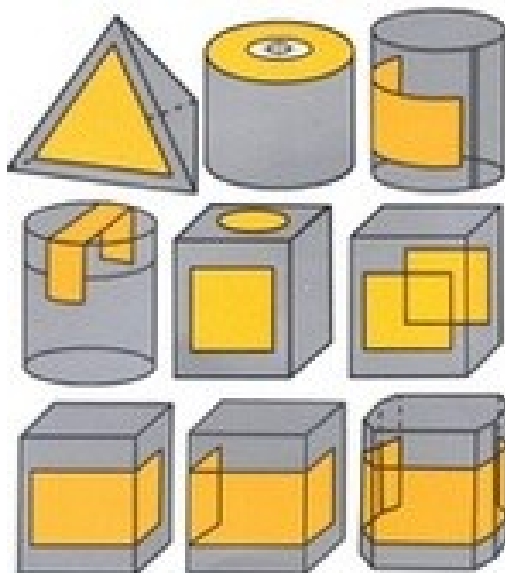
Rychlost otáčení stolu 0 – 12 (0 – 10) [ot/min]

Výška pracovní desky 800 – 975 [mm]

Připojení 230 V – 50 Hz Příkon 1 [kW]

1.4 Etiketovací technologie

V dnešní době je etiketa důležitá a často povinná součást výrobku. Z toho důvodů se dnes vyrábí spoustu strojů, které dokážou rychle aplikovat etikety, štítky, čárové kódy a jiné označení. Aplikovat se dají na ploché, válcové, oválné i nepravidelné předměty.



Obr. 1-3 Aplikace etiket ke strojům od firmy TECHNOLOGY, s.r.o. ([14])



Obr. 1-4 Etikety na produktech z běžného života ([14])

Etiketovací stroje

Etiketovací stroje jsou určeny k etiketování skleněných, plastových nebo PET lahví, plechovek, PVC lahví atd. Jedná se o stroje, které se vyrábějí ve výkonových řadách od 1.000 - 10.000 lahví/hod. Zařízení je určeno k instalaci do plnicí linky, ale v nižších výkonových řadách je možné toto zařízení používat i samostatně. Etiketovací stroj je pro každého zákazníka specifický a je navržen dle těchto základních kritérií: produkt plnění, používané typy lahví, rozměry etiket nebo kolků, hodinový výkon, způsob aplikace lepidla. ([5])



Obr. 1-5 Etiketovací stroj pro mokré lepení a samolepky od firmy ABC Kovopit-engineering, spol. s r.o. ([6])

Etiketovací stroje dělíme podle ([6]) :

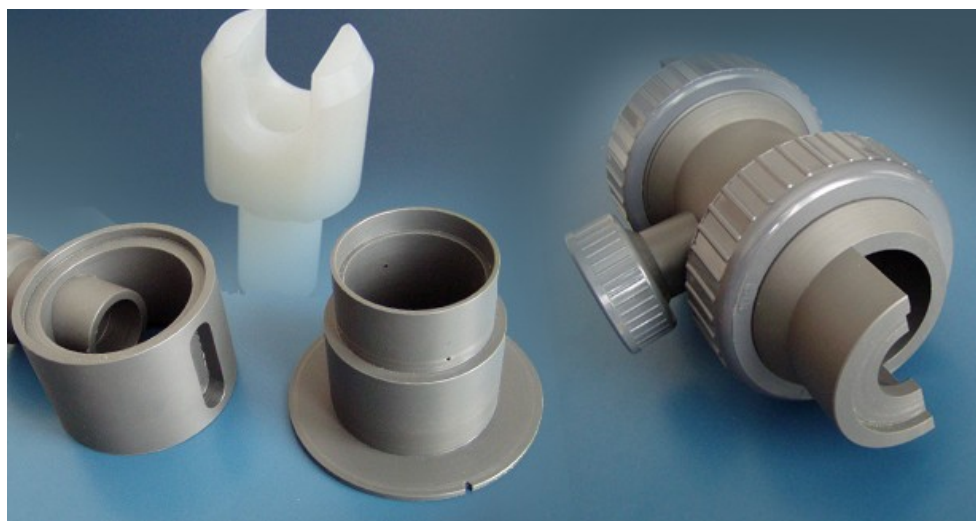
- Etiketovací dispensery a převíječe
- Samostatné automatické etiketovací hlavy
- Poloautomatické stolní etiketovací zařízení
- Etiketovací linky Etiketovací zařízení s TTR tiskárnou

1.5 Plasty a jejich význam

Plasty, neboli plastické hmoty, označují řadu syntetických, nebo polosyntetických polymerních materiálů. Většina obsahuje i další látky pro zlepšení užitečných vlastností. např. zvýšení pružnosti, houževnatosti a odolnosti proti stárnutí. Dále se vyznačují svou tvarovatelností, která je způsobená vlastností zvanou plasticita. Jsou odolné proti chemickým, korozním vlivům a teplotám. Mají využití téměř ve všech průmyslových odvětvích a domácnostech.



Obr. 1-6 Využití plastu v domácnostech ([15])



Obr. 1-7 Využití plastu v technickém průmyslu ([16])

Rozdělení plastů

Plasty lze rozdělit podle ([8]) :

1. Podle zpracovatelnosti po zahřátí
 - a) termoplasty
 - b) reaktoplasty
2. Podle typu polymerizace, kterou vznikla
 - a) řetězová polymerizace
 - b) stupňovitá polymerizace
3. Podle teploty skelného přechodu
4. Podle hustoty
5. Podle dopadu na životní prostředí
 - a) plně syntetické
 - b) polosyntetické
 - c) speciální skupiny

Objekt manipulace

Objekt manipulace, neboli láhev je vyrobena z PE-HD metodou vstřikování. Láhev má objem $V = 300$ [ml], průměr hrdla $d_2 = 52$ [mm], průměr dna $d_1 = 62$ [mm] a výšku $v = 121$ [mm]. Využití nachází ve zdravotním průmyslu jako obal pro léčiva



Obr. 1-8 Plastová láhev vyrobena firmou VINAMET ([11])

Polyethylen PE-HD

Polyethylen PE-HD - Ultra low molecular weight polyethylene je termoplast, vznikající polymerací ethenu. Je odolný vůči kyselým a zásaditým látkám do teplot okolo 80 [°C]. PE-HD má vysoký stupeň krystality, což způsobí jeho vysokou chemickou odolnost a odolnost proti rozpouštědlům. Při výrobě lze využít metod vstřikování a vytlačování. Lze z něj vyrobit např. smrštitelné fólie, roury, ložiska, ozubená kola, textilní vlákno, hračky, mikroténové sáčky a elektrotechnické izolace. Polyethylen patří v současné době mezi nejpoužívanější polymer na světě

2 Návrh automatizovaného pracoviště

2.1 Požadavkový list

V požadavkovém listu jsou uvedené požadavky kladené na automatizované pracoviště.

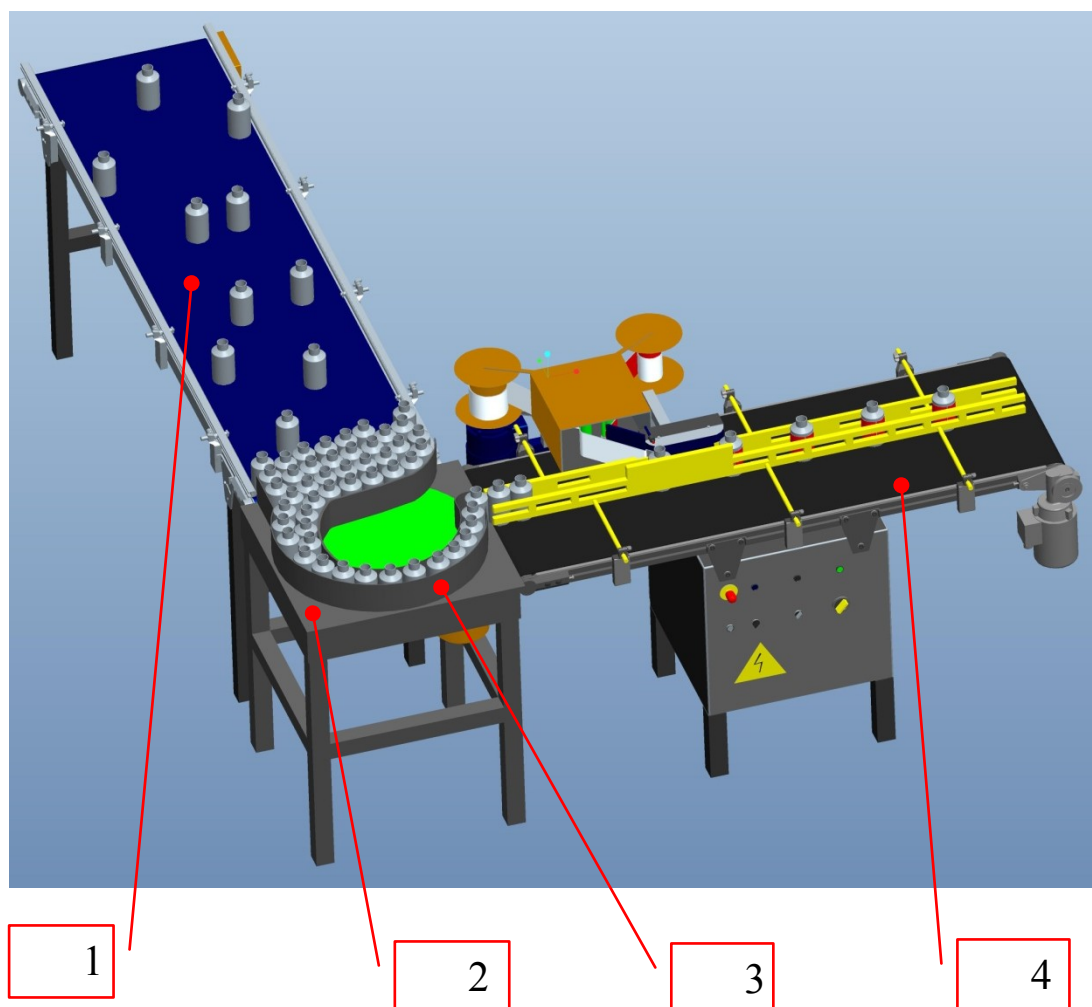
Požadavek	Popis požadavku
Počet hotových kusů za 1 hodinu:	Za jednu hodinu bude 1000 roztřízených a oetiketovaných láhví.
Orientace Láhví:	Všechny láhve budou orientovány hrdlem vzhůru.
Stupeň automatizace:	Pracoviště by mělo pracovat plynule bez zásahu člověka.
Způsob aplikace etiket:	Etikety budou aplikovány lepením po obvodu láhve.
Finanční náklady:	Finanční náklady je potřeba co nejvíce minimalizovat.
Směnnost provozu:	Automatizované pracoviště bude pracovat ve dvousměnném provozu.
Čistota pracoviště:	Na pracovišti musí být udržována přísná hygienická opatření, jelikož jde o zdravotnický průmysl, z toho důvodu musí být prováděné pravidelné čištění ve frekvenci 2x za směnu.

Tab. 2-1 Požadavkový list

2.2 *Varianta č. 1*

Popis varianty č. 1

Na obr. 2-1 je vyobrazena sestava automatizovaného pracoviště pro variantu č. 1. Jako první dojde k přivedení plastových lékovek na pásový dopravník (poz.1.). buď člověkem, nebo speciální paletizací, který je dopraví až k rotujícímu stolu (poz.2.). Orientaci lékovek na pásovém dopravníku zajistí vodící lišty. Když jsou lékovky na stole (poz.2.), otáčením stolu proti směru hodinových ručiček dojde k pohybu lékovek. Lišty (poz.3.), které jsou připevněny ke stolu, svým tvarem a vedením zajistí, aby se lékovky dostaly k etiketovacímu stroji (poz.4.), kde dojde k oštitkování láhve po obvodu papírovou etiketou.



Obr. 2-1 Sestava automatizovaného pracoviště, varianta č. 1

LEGENDA: 1. Pásový dopravník

2. Rotační stůl

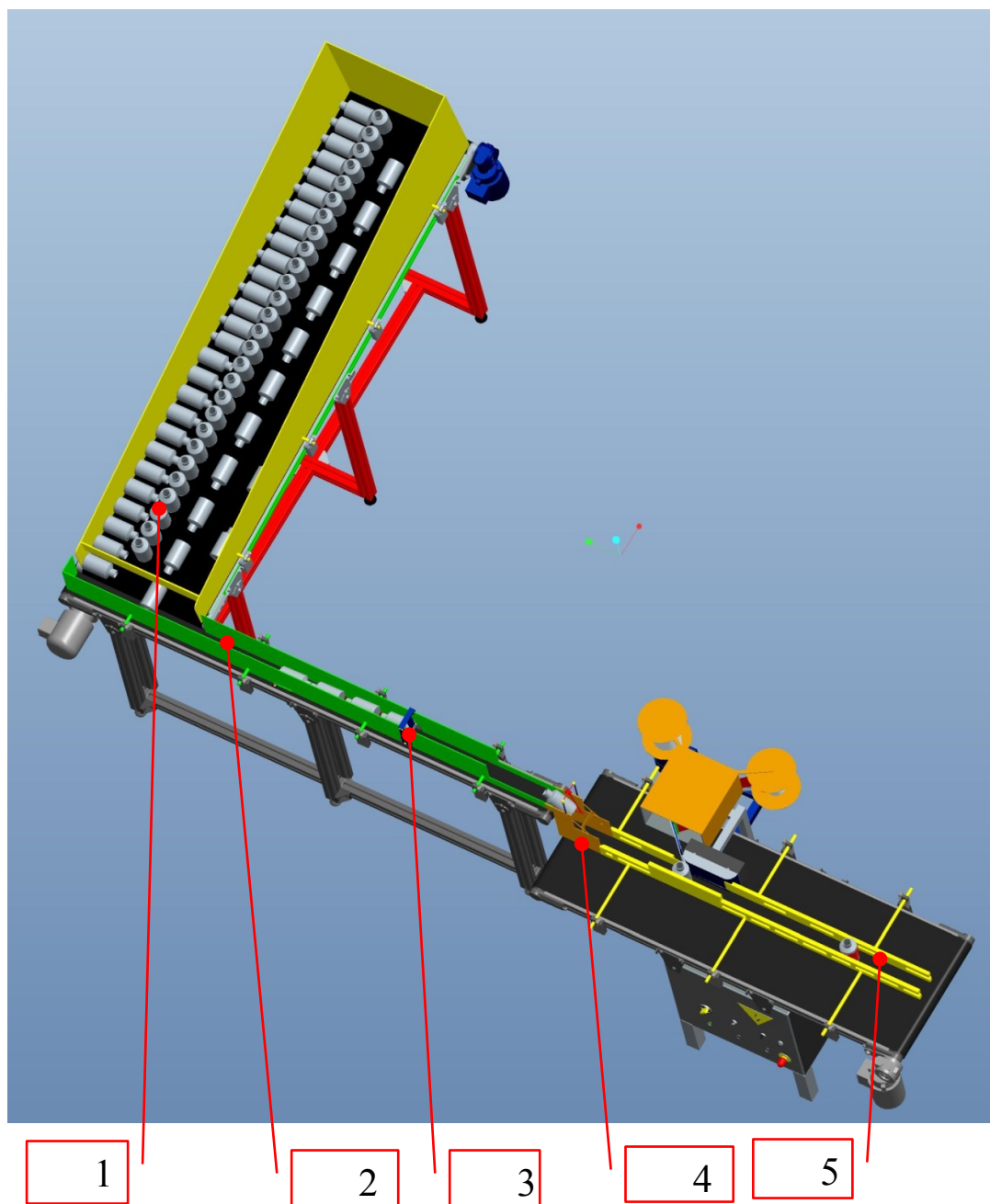
3. Etiketovací stroj

4. Vodící lišta

2.3 *Varianty č. 2*

Popis varianty č. 2

Na obr. 2-2 je sestava automatizovaného pracoviště pro variantu č. 2. Jako první dojde k vysypání láhví na násypkový dopravník (poz.1.). Láhve budou v chaotickém uspořádání. Poté začnou láhve padat buď samovolně nebo pomocí pásového pohonu na dopravovací dopravník (poz.2.), kde budou ležet. Odtud je přivede dopravovací dopravník k mechanismu (poz.3.), který slouží jako zásobník a vytvoří mezi láhvemi požadovaný rozestup. Jakmile mechanismus opět pustí láhev na dopravovací dopravník (poz.2.), obracíací zařízení (poz.4.) sjednotí orientaci hrdla u všech láhví vzhůru. Poslední etapou je přivedení k etiketovacímu stroji (poz.5.), který oštítkuje láhve po obvodu etiketou.



Obr. 2-2 Sestava automatizovaného pracoviště, varianta č. 2

LEGENDA: 1. Násypkový dopravník

2. Dopravovací dopravník

3. Zásobníkový mechanismus pro tvorbu rozestupů

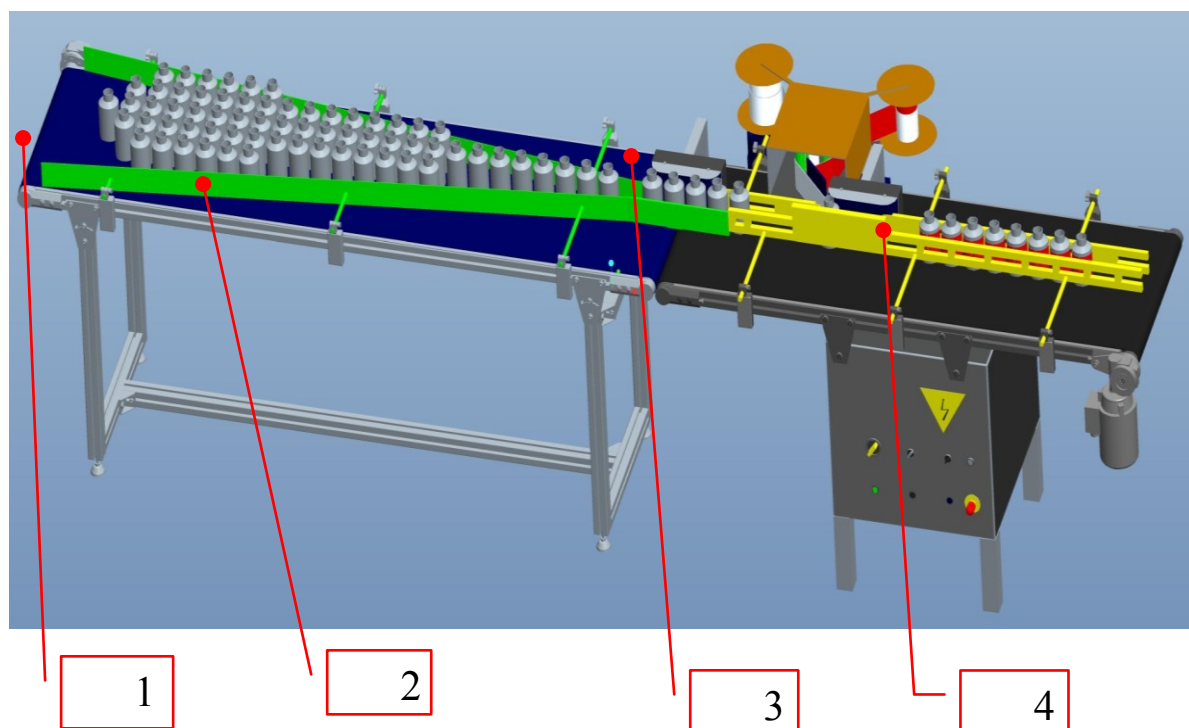
4. Obracecí zařízení

5. Etiketovací stroj

2.4 Varianta č. 3

Popis varianty č. 3

Na obr. 2-3 je vyobrazena sestava automatizovaného pracoviště pro variantu č. 3. Jako první dojde k přivedení plastových lékovek na pásový dopravník (poz.1.). buď člověkem, nebo speciální paletizací, který má speciálně uzpůsobené vodící lišty (poz.2.), tak aby došlo k přesnému náběhu láhví přímo k etiketovacímu stroji (poz.3.), poté se láhve přesunou na etiketovací stůl pomocí malého pomocného dopravníku (poz.4.). následně dojde k oštitkování plastové láhve papírovou etiketou.



Obr. 2-3 Sestava automatizovaného pracoviště, varianta č. 3

- LEGENDA:
- 1. Pásový dopravník
 - 2. Vodící lišty
 - 3. Malý pomocný dopravník
 - 4. Etiketovací stroj

3 Výběr optimální varianty

Výběr optimální varianty se provádí dle hodnotové analýzy [9].

Kritéria hodnocení

Označení kritéria	Kritérium	Popis kritéria
K1	Efektivita pracoviště	Počet láhví označených etiketou na výstupu
K2	Náklady	Veškeré pořizovací náklady na pracoviště (dopravníky, etiketovací stroj,)
K3	Kolize	Možnost vzniku kolize mezi láhvemi.
K4	Programování	Náročnost na programování
K5	Stupeň automatizace	Schopnost stroje pracovat bez zásahu člověka
K6	Energetická náročnost	Energetická náročnost použitých periférií (dopravník, etiketovací stroj)

Tab. 3-1 Stanovení kritérií

Bodová stupnice hodnocení

K hodnocení jednotlivých variant je potřeba stupnice.

Úroveň kritéria	Body
Vysoká	6
Dobrá	5
Průměrná	4
Nízká	3
Nevyhovující	2
Nepříznivý stav	1

Tab. 3-2 Bodovací stupnice kritérií

Váha významnosti

Významnost	Hodnota
Nejvyšší	6
Nejnižší	1

*Tab. 3-3 Významnost kritérií***Hodnocení jednotlivých kritérií**

Označení kritéria	Kritérium	1. Varianta	2. Varianta	3. Varianta
K1	Efektivita pracoviště	4	4	4
K2	Náklady	2	3	2
K3	Kolize	4	4	4
K4	Programování	3	3	3
K5	Stupeň automatizace	1	5	3
K6	Energetická náročnost	3	4	4

Tab. 3-4 Hodnocení jednotlivých kritérií

Určení významnosti kritérií

K určení významnosti kritérií se používá metoda porovnání párů v trojúhelníku. Významnější kritérium je označeno tučně.

Vypracoval: Buchta Jonáš						
Porovnávané páry kritérií					Počet voleb(<i>v</i>)	Pořadí
K1	K1	K1	K1	K1	3	3
K2	K3	K4	K5	K6		
	K2	K2	K2	K2	1	5
	K3	K4	K5	K6		
		K3	K3	K3	4	1
		K4	K5	K6		
			K4	K4	3.5	2
			K5	K6		
				K5	1.5	4
				K6	3	3
				Celkem	16	-

Tab. 3-5 Metoda porovnání párů v trojúhelníku podle autora práce

Vypracoval: Gala Matěj						
Porovnávané páry kritérií					Počet voleb(<i>v</i>)	Pořadí
K1	K1	K1	K1	K1	2	4
K2	K3	K4	K5	K6		
	K2	K2	K2	K2	3.5	2
	K3	K4	K5	K6		
		K3	K3	K3	4.5	1
		K4	K5	K6		
			K4	K4	1	5
			K5	K6		
				K5	3	3
				K6	0.5	3
				Celkem	13.5	-

Tab. 3-6 Metoda porovnání párů v trojúhelníku podle osloveného experta

Určení váhy významnosti

Kritérium	Váha významnosti q
K1	2.5
K2	2.25
K3	4.25
K4	2.25
K5	2.25
K6	1.75

Tab. 3-7 Váha významnosti

Váha významnosti q se určí podle vztahu:

$$q = \frac{\sum(v_i)}{p} \quad \sum(v_i) - \text{součet počtu voleb jednotlivých kritérií}$$

p – počet znalců

Hodnocení jednotlivých variant

Vážený index kritéria vznikne vynásobením bodové hodnoty s váhou významnosti.

Kritérium	Bodová hodnota	Váha významnosti q	Vážený index kritéria
K1	4	2.5	10
K2	2	2.25	4.5
K3	4	4.25	17
K4	3	2.25	6.75
K5	1	2.25	2.25
K6	3	1.75	5.25
Celkový součet indexů			45.75

Tab. 3-8 Hodnocení varianty I

Kritérium	Bodová hodnota	Váha významnosti q	Vážený index kritéria
K1	4	2.5	10
K2	3	2.25	6.75
K3	4	4.25	17
K4	3	2.25	6.75
K5	5	2.25	11.25
K6	4	1.75	7
Celkový součet indexů			58.76

Tab. 3-9 Hodnocení varianty 2

Kritérium	Bodová hodnota	Váha významnosti q	Vážený index kritéria
K1	4	2.5	10
K2	2	2.25	4.5
K3	4	4.25	17
K4	3	2.25	6.75
K5	3	2.25	6.75
K6	4	1.75	7
Celkový součet indexů			52

Tab. 3-10 Hodnocení varianty 3

Varianta	Součet vážených indexů	Pořadí
1	47.75	3.
2	58.76	1.
3	52	2.

Tab. 3-11 Výsledky hodnotové analýzy

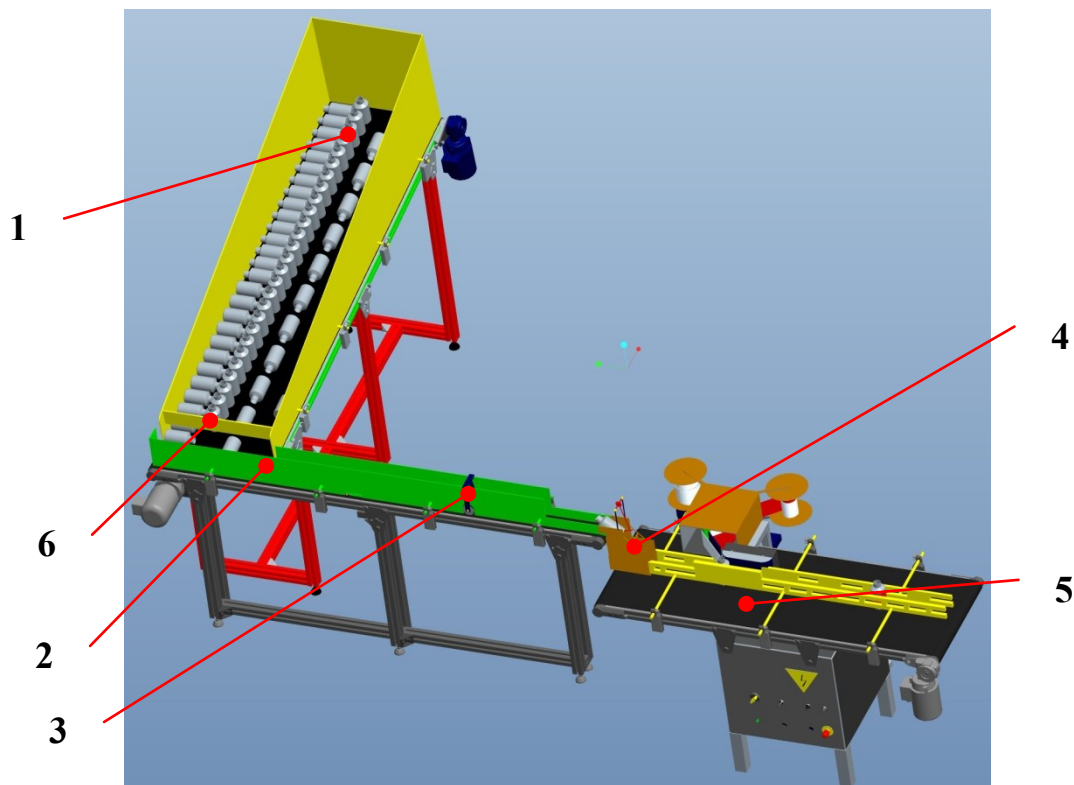
Na základě hodnotové analýzy zvítězila varianta č. 2 s počtem 58,76. Tudíž ji budu považovat za vhodně zvolenou variantu pro další rozpracování.

4 Konkrétní řešení varianty č. 2

4.1 Třídící a etiketovací automatizované pracoviště

Třídící a etiketovací automatizované pracoviště bude třídit plastové láhve z chaotického uspořádání do určeného směru a následně je označí etiketou. Pracoviště bude pracovat automatizovaně bez zásahu člověka.

V prvním kroku dojde k přivedení plastových láhví do násypkového dopravníku (poz.1.), který je pod úhlem a láhve tak začnou padat pozvolně dolů k dopravovacímu dopravníku (poz.2.), nebo je tam dopraví posuvem pás. Aby nedošlo k přepadu láhví vrchem a aby všechny láhve ležely je na konci násypkového dopravníku pomocná lišta (poz.6.). Jakmile láhve leží na dopravovacím dopravníku (poz.2.), jsou postupně přivedeny k zásobovacímu mechanismu (poz.3.), kde pohybem pásu je poháněno kolečko, které bude snižovat kolejničky, po kterých budou najíždět láhve. Tento mechanismus taktéž zajistí dávkování láhví směrem k obracecímu zařízení (poz.4.), který uvede láhve do jednotného směru hrdlem vzhůru a přivede je k etiketovacímu stroji (poz.5.), kde dojde k nanesení papírových etiket na obvod plastové láhve.



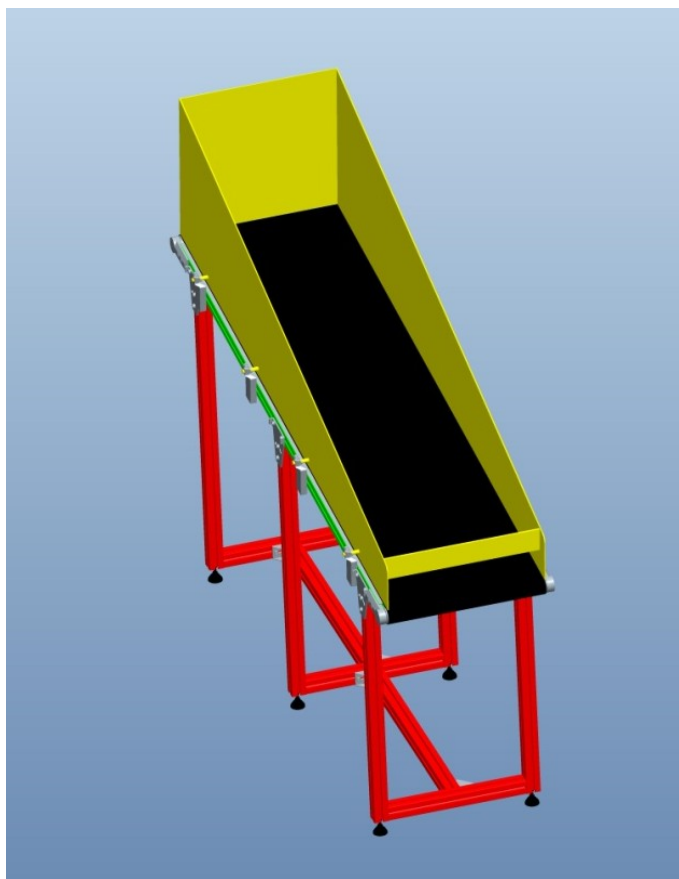
Obr. 4-1 Sestava třídícího a etiketovacího automatizovaného pracoviště

- LEGENDA:
1. Násypkový dopravník
 2. Dopravovací dopravník
 3. Zásobníkový mechanismus pro tvorbu rozestupů
 4. Obracíací zařízení
 5. Etiketovací stroj

4.2 Návrh násypkového dopravníku

Dopravník od firmy minitec ([4])

Navržený pásový dopravník je složený z hliníkových profilů Minitec. Pohon dopravníku je nejčastěji realizován pomocí třífázového motoru a šnekové převodovky. Na bocích dopravníku jsou připevněné vodící lišty pro zajištění vedení výrobků. V samotném pracovišti je pásový dopravník konstruován pod úhlem, aby došlo k samovolnému spadávání láhví k dopravovacímu dopravníku. Šíře dopravníku $h=500[\text{mm}]$ a délka dopravníku $l=2000[\text{mm}]$. Na spodní části násypkového dopravníku je lišta, která zajistí uvedení stojících láhví do ležící polohy a zároveň zabrání přepadání láhví na dopravovací dopravník, nebo aby se na dopravovacím dopravníku nedostaly dvě láhve na sebe. Pás na dopravníku bude z PVC aby docházelo k určitému prokluzu u láhví a nenastalo poškození láhví.

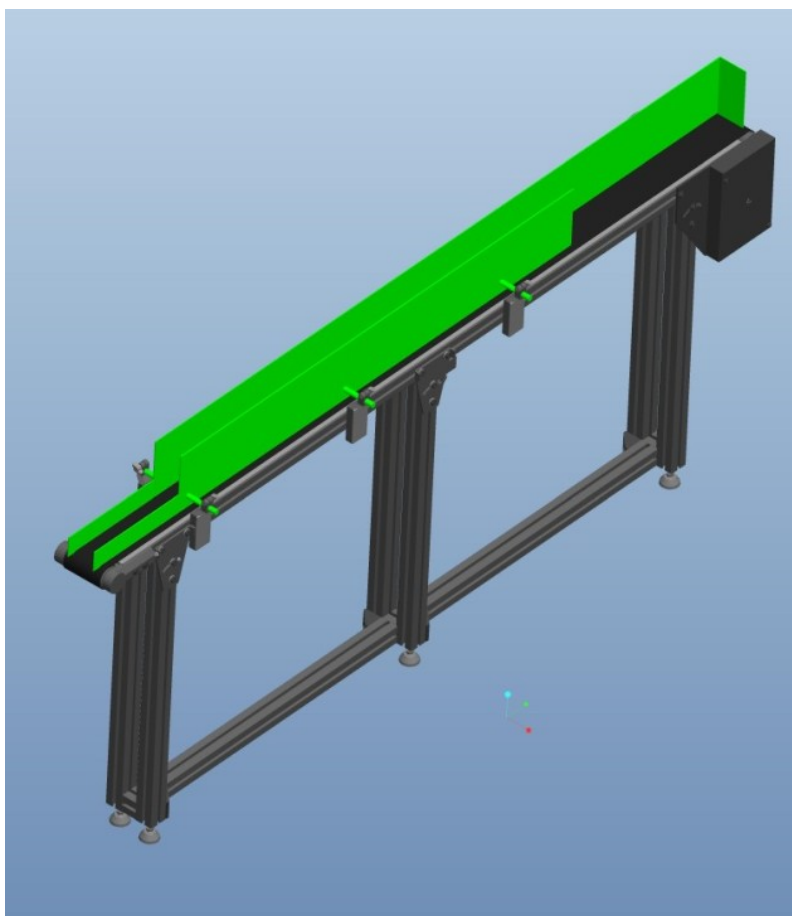


Obr. 4-2 Konstrukce násypkového dopravníku

4.3 Návrh dopravovacího dopravníku

Dopravník od firmy minitec ([4])

Navržený dopravník je také od firmy Minitec a je taktéž složený z hliníkových profilů minitec. Jeho motor a převodovka jsou stejné jako u násypkového dopravníku. Tento dopravník má také vedení pomocí lišt, tak aby bylo zajištěno dokonalé vedení láhví. Šíře dopravníku $h_1 = 100[\text{mm}]$ a jeho délka $l_1 = 2000[\text{mm}]$. Součástí dopravovacího dopravníku je mechanismus, který bude sloužit jako zásobník láhví a také jako dávkovací zařízení. Na konci dopravovacího dopravníku bude připevněno k vodícím lištám obracecí zařízení pro zajištění orientace láhví hrdlem vzhůru. Pás dopravníku bude taktéž z PVC.



Obr. 4-3 Konstrukce dopravovacího dopravníku

4.4 Předběžný výpočet dopravního dopravníku

Výpočet bude probíhat podle lit. ([10])

Zadané hodnoty

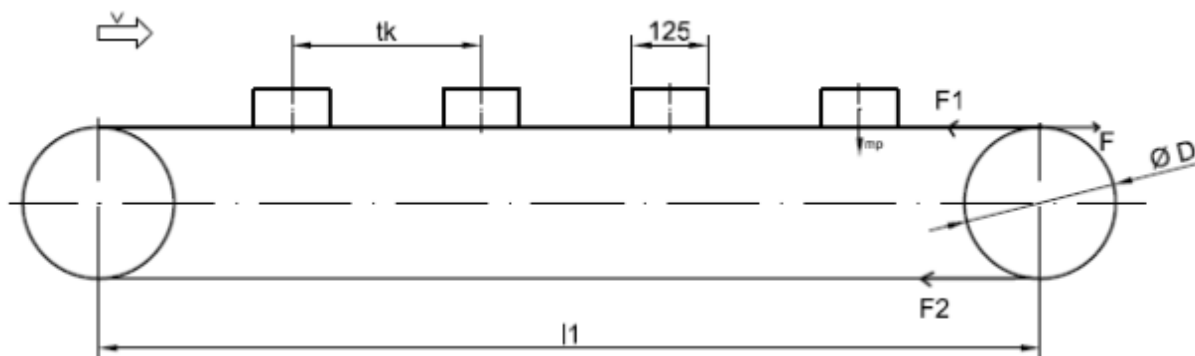
Hmotnost láhve $m_l = 0.026 [\text{kg}]$.

Vzdálenost přepravy $l_1 = 1345 [\text{mm}]$.

Teplota $t = 0 [^\circ\text{C}]$.

Dopravní výkon $N = 1000 [\text{ks/hod}]$.

Schéma pro výpočet



Obr. 4-4 Schéma výpočtu ([10])

Kde : D ... průměr hnacího a hnaného bubnu $[\text{m}]$

F_1 ... maximální tah v pásu – v místě náběhu na buben $[\text{N}]$

F_2 ... maximální tah v pásu na sbíhající straně bubnu $[\text{N}]$

F ... Obvodová síla na hnací buben $[\text{N}]$

l_1 ... dopravní délka $[\text{m}]$

m_l ... hmotnost objektu manipulace (puku) $[\text{kg}]$

t_k ... rozteč objektu manipulace (láhví) $[\text{m}]$

v ... rychlost pásového dopravníku $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$

Volba rychlosti

Vzhledem k nízké hmotnosti láhve volím rychlost $v=0.15[\text{m/s}]$.

Počet láhví na dopravníku - k

$$k = \frac{N \cdot l_1}{3600 \cdot v} = \frac{1000 \cdot 1,345}{3600 \cdot 0.15} = \underline{2,5[\text{ks}]} \quad (1)$$

Určení rozteče - tk

$$t_k = \frac{3600 \cdot v}{N} = \frac{3600 \cdot 0.15}{1000} = \underline{0,54[\text{m}]} \quad (2)$$

Hmotnost dopravovaného materiálu na dopravníku.

$$m_t = m_l \cdot k = 0.026 \cdot 2,5 = \underline{0.065[\text{kg}]} \quad (3)$$

Hmotnost dopravovaného materiálu na 1 m délky.

$$q_1 = \frac{m_t}{l_1} = \frac{0.065}{1,345} = \underline{0.048[\text{kg}]} \quad (4)$$

Výpočet hmotnosti 1metru pásu q₂

Pro tento dopravník volím PVC pás - 2R7 - 8rF80 (F22-11) od firmy GUMEX.

Šířka pásu $B=100[\text{mm}]$.

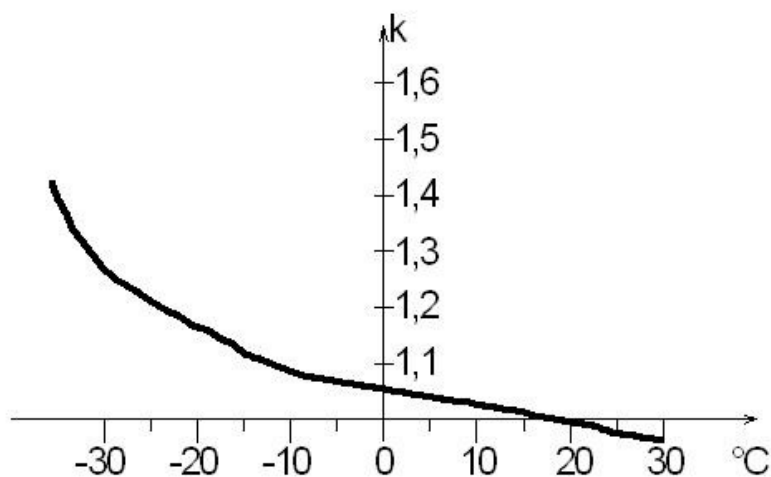
Hmotnost pásu pro 1metr $m_v=3.4[\text{kg}]$.

Výška pásu $s=3.1[\text{mm}]$.

$$q_2 = B \cdot (1,3 \cdot s + m_v) = 0,1(1,3 \cdot 3.1 + 3,4) = \underline{0,743[\text{kg/m}]} \quad (5)$$

Stanovení hlavního odporu proti pohybu pásu**Horní větev dopravníku**

$$F_{Hh} = \mu \cdot l_1 \cdot g \cdot [(q_1 + q_2) \cdot \cos \delta + q_{rh}] \quad (6)$$

Obr. 4-5 diagram závislosti k_1 na teplotě ([10])

μ – globální součinitel tření

μ_1 – součinitel tření při teplotě 20° C je v rozmezí 0,018 – 0,027 v závislosti na kvalitě výroby a provozních podmínkách => volím 0,02

k_1 – součinitel respektující vliv teploty k_1 pro 0°C má hodnotu 1,07

Globální součinitel tření

$$\mu = \mu_1 \cdot k_1 = 0,02 \cdot 1,07 = \underline{0,0214} \quad (7)$$

$$F_{Hh} = \mu \cdot l_1 \cdot g \cdot [(q_1 + q_2) \cdot \cos \delta] = 0,0214 \cdot 1,345 \cdot 9,81 [(0,0143 + 0,743) \cdot \cos 0^\circ]$$

$$F_{Hh} = \underline{0,214[N]}. \quad (8)$$

Stanovení vedlejších odporů

Odpor vlivem ohybu pásu přes bubny je předběžně odhadnut na 50N pro jeden buben.

$$F_{v2} = 100[\text{N}].$$

Stanovení přídatných odporů

Odpor k překonání dopravní výšky zvlášť pro horní oblast.

$$F_{p1h} = (q_1 + q_2) \cdot g \cdot H = (0,0143 + 0,743) \cdot 9,81 \cdot 0 = 0[\text{N}]. \quad (9)$$

Odpor bočních vedení - zabraňuje pádu láhví z dopravníku

μ_2 – součinitel smykového tření mezi láhví a bočním vedením ($\mu_2 = 0,6$)

l_b – délka bočního vedení $l_b = 1,3[\text{m}]$.

b_v – světlá šířka $b_v = 0,075[\text{m}]$.

$$F_{p2h} = \mu_2 \cdot \frac{q_1^2 \cdot l_b \cdot g}{2 \cdot b_v} = 0,6 \cdot \frac{0,0143^2 \cdot 1,3 \cdot 9,81}{2 \cdot 0,075} = 0,017[\text{N}]. \quad (10)$$

Maximální tah v pásu - v místě náběhu pásu na hnací buben

$$F_1 = \frac{Z}{2} + F_{Hh} + F_{v2} + F_{v3} + F_{p1h} + F_{p2h} \quad (11)$$

Tah v pásu na sbíhající straně hnacího bubnu

$$F_2 = \frac{Z}{2} - F_{Hd} + F_{p1d}$$

Obvodová síla na hnací buben

$$\begin{aligned} F &= F_1 - F_2 = F_{Hh} + F_{Hd} + F_{v2} + F_{v3} + F_{p1h} - F_{p1d} + F_{p2h} \\ F &= 0,214 + 0 + 100 + 0 + 0 + 0 + 0,017 \\ F &= 100,231[\text{N}]. \end{aligned} \quad (12)$$

Výpočet požadovaného výkonu na hřídel hnacího bubnu

$$P = \frac{F \cdot v}{\eta} = \frac{100,231 \cdot 0,15}{0,8} = \underline{18,8[\text{W}]}.$$
(13)

Výpočet kroutícího momentu na bubnu

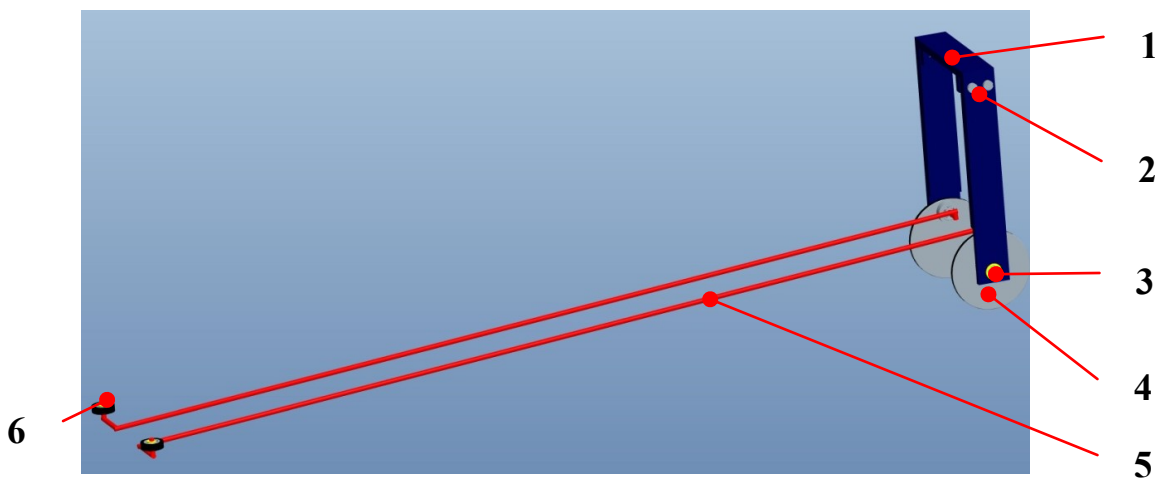
Rameno bubnu $r = 0,0271[\text{m}]$.

$$M_k = F \cdot r = 100,231 \cdot 0,0271 = \underline{2,716[\text{Nm}]}.$$
(14)

4.5 Zásobník a mechanismus pro tvorbu rozestupů

Účelem tohoto mechanismu je zajištění pravidelného přísunu láhví k obracícímu zařízení a zároveň jeho dávkování, aby nedošlo ke kolizi u obracícího zařízení.

Mechanismus se skládá z pevného rámu (poz.1.) který je připevněn šrouby (poz.2.) k vodícím lištám dopravovacího dopravníku. V rámu jsou uloženy ložiska (poz.3.), ve kterých jsou nalisovány velké kolečka (poz.4.), které mají styk s pásem na dopravovacím dopravníku, tak aby docházelo k jejich otáčení. Vlivem jejich otáčení dochází k přeměně z rotačního pohybu na pohyb posuvný a tím dochází k pohybu kolejnic (poz.5.) nahoru a dolů. Jakmile se dostanou kolejnice do dolní polohy, pohybem pásového dopravníku najedou láhve na kolejnice (Obr. 4-7). Při změně polohy kolejnic nahoru, zůstanou láhve na kolejnicích stát. Jelikož jsou kolejnice s kolečkem pod úhlem $5[^\circ]$, z nájezdové strany tak může najet jedna láhev. A aby nedošlo k nečekanému přepadu láhve směrem k obracícímu zařízení, je na rámu umístěn zádržný systém. Na nájezdové straně jsou na kolejnicích ložiska, ve kterých jsou nalisovány malé kolečka (poz.6.), které zajistí přesné vedení v drážkách na bočních lištách dopravovacího dopravníku (Obr. 4-8).



Obr. 4-6 Konstrukce mechanismu pro zásobování a tvorbu rozestupů

LEGENDA: 1. Rám mechanismu

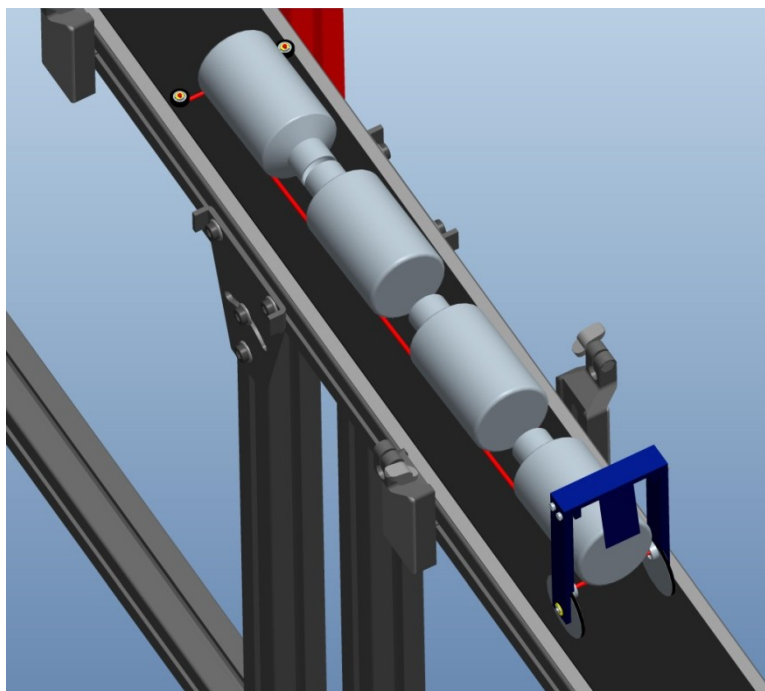
2. Šrouby

3. Ložisko pro velké kolečko

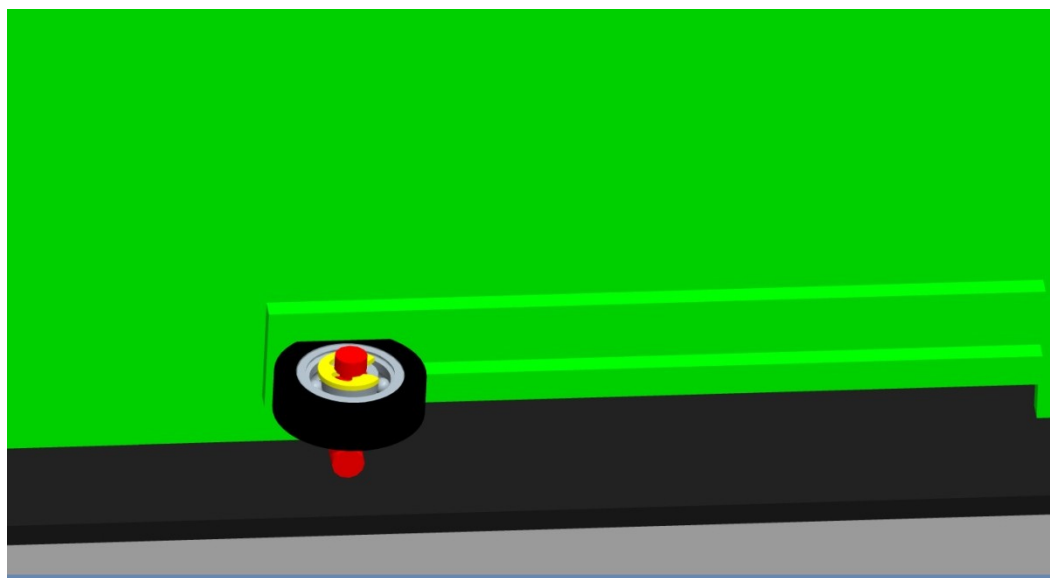
4. Velké kolečko

5. Kolejnice

6. Malé kolečko nalisované v ložisku



Obr. 4-7 Konstrukce mechanismu pro zásobování a tvorbu rozestupů již s láhvemi a zádržným systémem



Obr. 4-8 Malé kolečko v drážce pro zajištění vedení mechanismu

4.6 Etiketovací stroj *SYSTÉM 1 TWIST* od firmy *Albertina*

Systém 1 TWIST je velmi úsporný etiketovací systém určený pro lepení částečné nebo celoobvodové etikety na válcové lahve a dózy. Zahlazovací zařízení DRP umožňuje dokonalou aplikaci etiket. Zařízení je snadno přestavitelné v závislosti na velikosti obalu ([7]).

Systém 1 Twist se skládá z následujících částí: ([7])

- pevného rámu na stavitelných antivibračních nohách pokrytého nerezovými kryty
- dopravníku s měnitelnou rychlostí o délce 1500 [mm].
- etiketovací hlavy včetně mikroregulace a čidla kontroly přítomnosti produktu
- zahlazovacího zařízení o výšce 90 [mm].
- ovládacího panelu



Obr. 4-9 Etiketovací stroj Systém 1TWIST od Albertiny ([7])

Technické parametry SYSTÉMU 1 TWIST od firmy Albertina ([7])

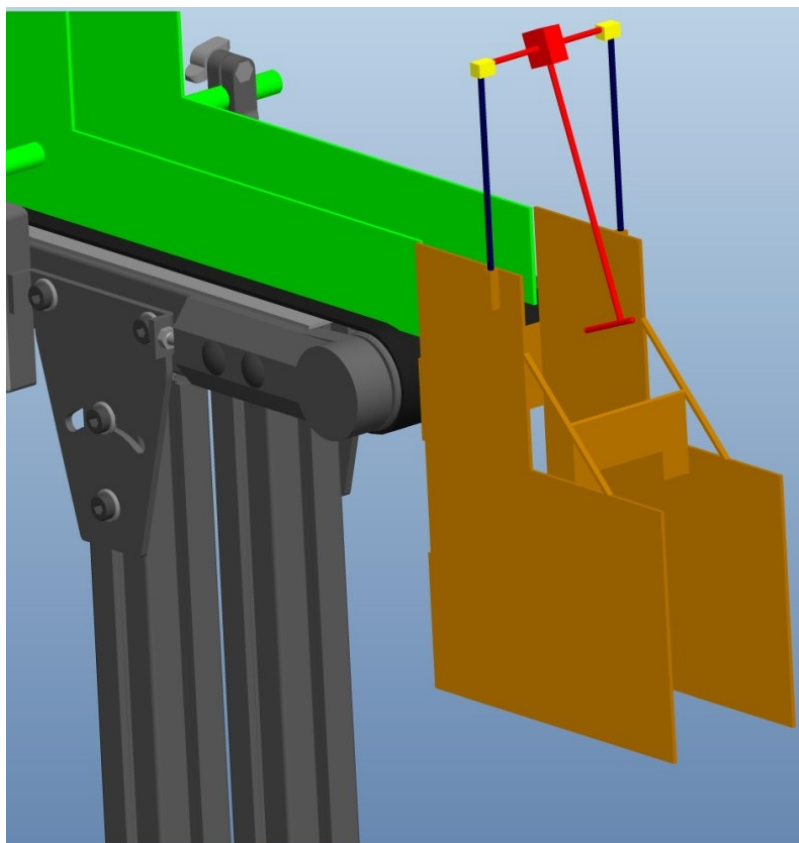
Výkon zařízení:	max. 6000 [ks./hod]
Aplikační rychlost:	max. 15 [m/min]. (hlava Clear), max.30 [m/min.] (hlava Surprise)
Rozměry produktů:	standardně od průměru 20 [mm] do průměru 130[mm]
Rozměry etiket:	standardně délka min.20[mm],max.300[mm] výška min. 10[mm], max. 248[mm]
Vnitřní/vnější průměr role:	40-75 [mm]/standardně 280 [mm]
Rozměry stroje:	A=1500 [mm], B=1270[mm], C=1300 [mm]
Hmotnost stroje:	180 [kg]
Přípoj:	230 [V], 50-60 [Hz], 700 [W]
Stlačený vzduch:	6 [bar] (pouze při použití potiskovací jednotky)

Tab. 4-1 Parametrů SYSTÉMU 1 TWIST od firmy Albertina ([7])

5 Konstrukční řešení obracecího zařízení

5.1 Účel obracecího zařízení

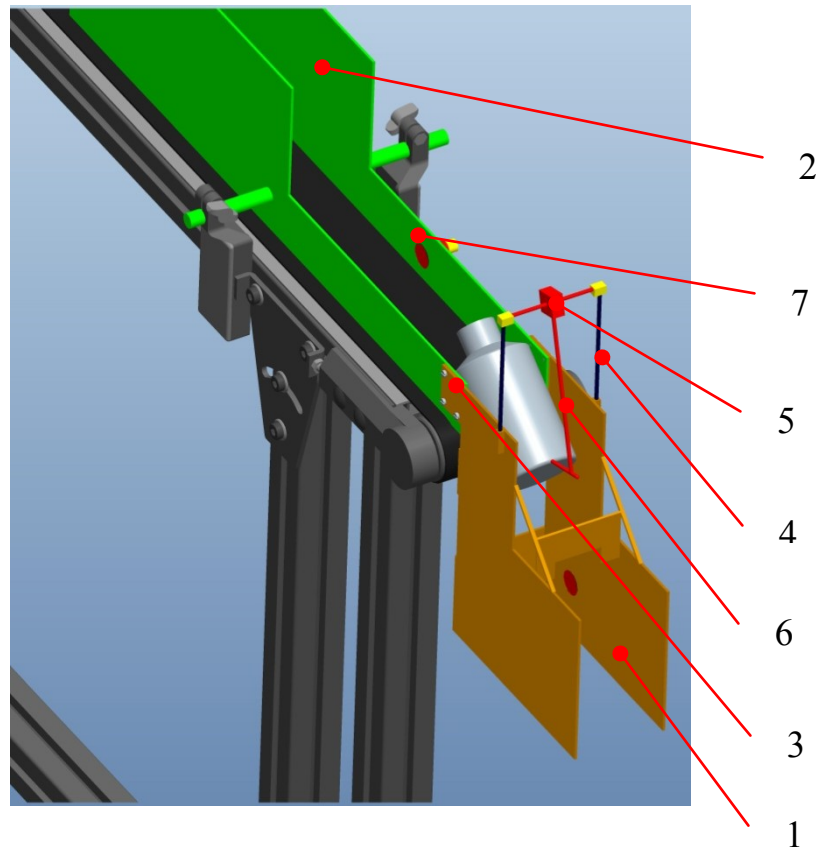
Účelem obracecího zařízení bude zajistit, aby již ležící orientované láhve buď hrdlem dopředu, nebo dnem dopředu měly sjednocenou orientaci hrdlem vzhůru a aby se dostaly plynule na etiketovací stroj.



Obr. 5-1 Konstrukce obracecího zařízení

5.2 Konstrukce obracího zařízení

Obracecí zařízení se skládá z pevného rámu (poz.1.), který je připevněn k vodícím lištám (poz.2.) od dopravního dopravníku šrouby (poz.3.). V rámu jsou našroubované tyče (poz.4.). Na jejich horní části se nachází centrální tyč (poz.5.), na které je připevněn ložiskový domek (poz.5.). V ložiskovém domku je ložisko od firmy SKF. Ve spodní části ložiskového domku je zavít, ve kterých je našroubováno vahadlo (poz.6.). Součástí obracecího zařízení je odrazový senzor (poz.7.), který zabrání kolizi mezi stroji.



Obr. 5-2 Model obřecího zařízení

LEGENDA: 1. Rám mechanizmu

2. Vodící lišta dopravovacího dopravníku

3. Šroub

4. Tyč

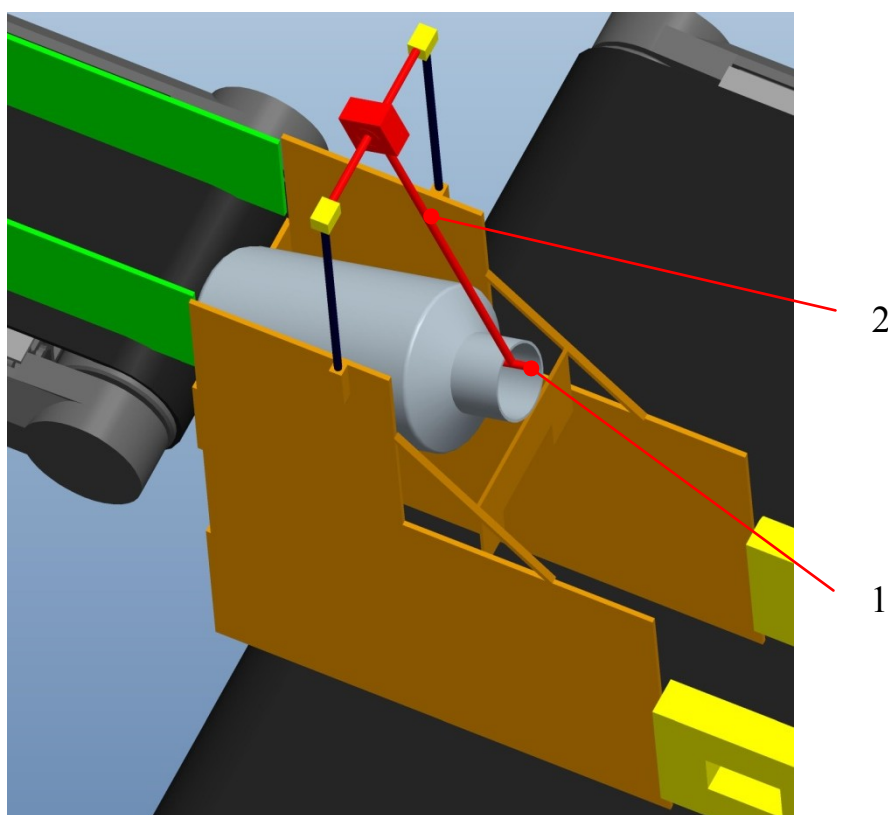
5. Ložiskový domek

6. Vahadlo

7. Odrazový senzor

5.3 Popis a funkce obracecího zařízení

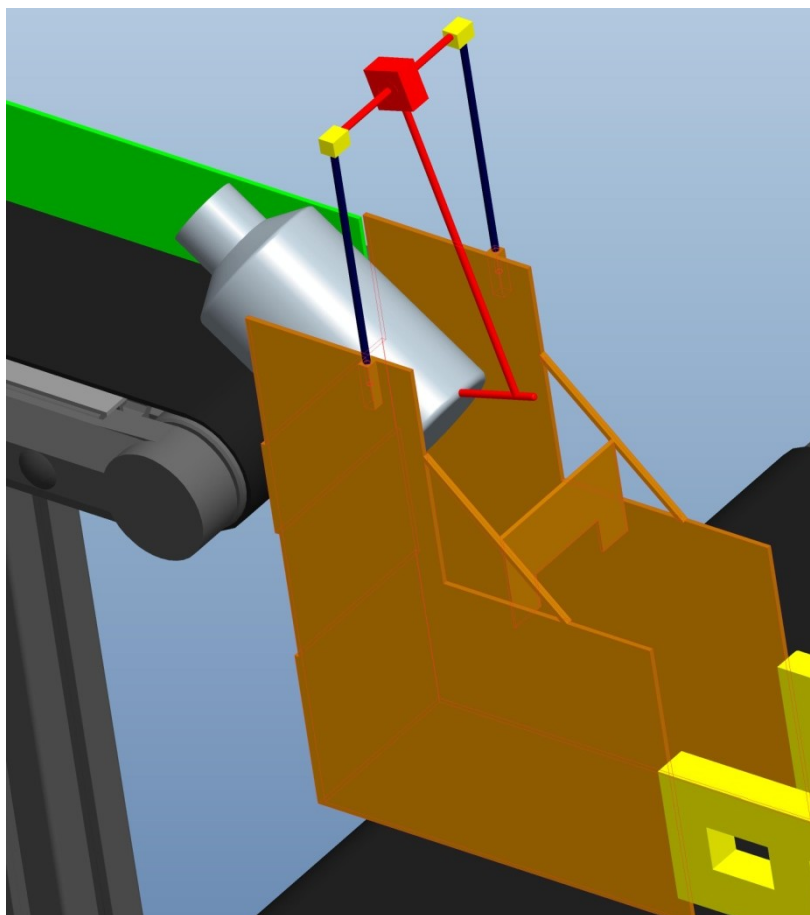
Obracecí zařízení bude sjednocovat orientaci láhví tak, že výsledkem bude láhev na etiketovacím stroji hrdlem vzhůru. Při této činnosti, můžou nastat dvě možné varianty. První bude, že přijede láhev hrdlem k obracecímu zařízení (Obr. 5-3). a tam dojde k zachycení za trn (poz.1.), kdy při pohybu pásu dojde k překlopení láhve na etiketovací stroj a láhev bude orientovaná hrdlem vzhůru. Druhý případ bude, že láhev přijede dnem k obracecímu zařízení. V tomto případě dojde k tomu, že se vahadlo (poz.2.) začne naklápět vlivem posunu láhve dopravníkem a trn sklouzne po dně (Obr. 5-4) a obvodu láhve. Ve výsledku bude opět láhev stát na etiketovacím stroji hrdlem vzhůru.



Obr. 5-3 Model obracecího zařízení obracejícího láhev hrdlem dopředu

LEGENDA: 1. Trn

2. Vahadlo



Obr. 5-4 Model obracecího zařízení obracejícího láhev dnem dopředu

5.4 Výpočet odporové síly na trn vahadla

Pro zjednodušení výpočtu bude úloha převedená na nosník o dvou podporách. Kde bude v těžišti působit tíha láhve F_t a v podporách budou reakce: R_a , R_b . Pomocí momentové podmínky bude nejdříve vypočtena reakce R_a a z ní pak reakce R_b . Jakmile budeme znát obě reakce R_a , R_b budou dopočítány na základě trigonometrie reakce: R_a - odp , R_b - odp . Výsledná odporová síla na trn bude součet reakcí R_a - odp a R_b - odp .

Zadané hodnoty

Hmotnost láhve $m_l=0.026[\text{kg}]$

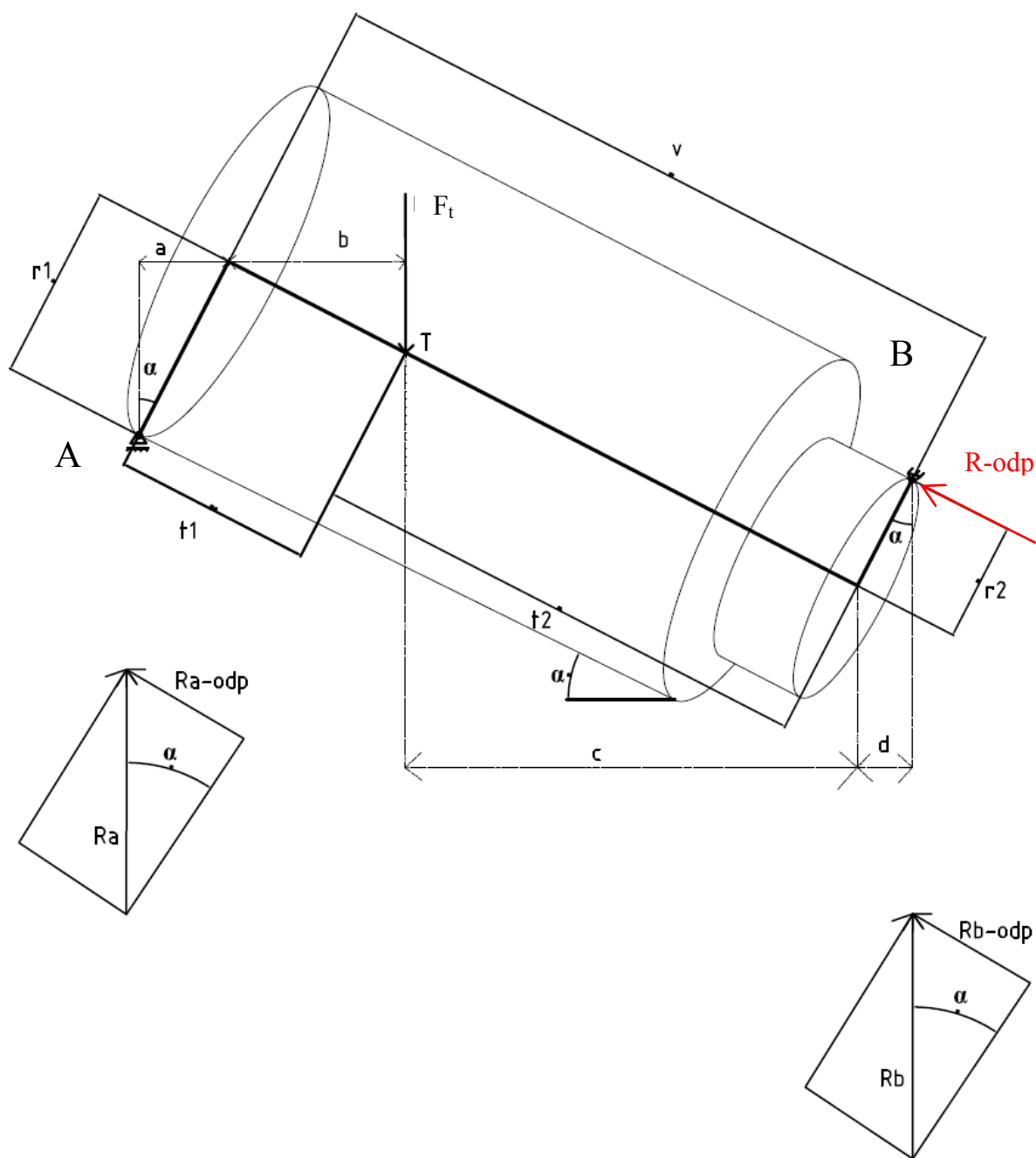
Gravitační zrychlení $g=9.81[\text{m/s}^2]$

Poloměr hrdla $r_2=26[\text{mm}]$

Poloměr dna $r_1=31[\text{mm}]$

Výška láhve $v=121[\text{mm}]$

Souřadnice těžiště $t_1= 54.16[\text{mm}]$



Obr. 5-5 Schéma výpočtu odporové síly na trn

Kde: a, b, c, dramena sil a reakcí

R_areakce A

R_breakce B

F_ttíhová síla láhve

αsklon láhve

R_{-odp}odporová síla na trn vahadla

Výpočet tíhové síly láhve

$$F_t = m_l \cdot g = 0.026 \cdot 9.81 = \underline{0.255}[\text{N}]. \quad (15)$$

Výpočet délek a, b, c, d

$$a = r_l \cdot \sin 10 = 31 \cdot \sin 10 = \underline{5.38}[\text{mm}]. \quad (16)$$

$$b = t_1 \cdot \cos 10 = 54.16 \cdot \cos 10 = \underline{53.33}[\text{mm}]. \quad (17)$$

$$c = (v - t_1) \cdot \cos 10 = (121 - 54.16) \cdot \cos 10 = \underline{65.82}[\text{mm}]. \quad (18)$$

$$d = r_2 \cdot \sin 10 = 26 \cdot \sin 10 = \underline{4.51}[\text{mm}]. \quad (19)$$

Výpočet reakce Rb z momentové podmínky

$$F_t \cdot (a + b) + R_b \cdot (a + b + c + d) = 0 \rightarrow R_b = \frac{F_t \cdot (a + b)}{(a + b + c + d)}$$
$$R_b = \frac{0.255 \cdot (5.38 + 53.33)}{(5.38 + 53.33 + 65.82 + 4.51)} = \underline{0.116}[\text{N}]. \quad (20)$$

Výpočet reakce Ra

$$R_a = F_t - R_b = 0.255 - 0.116 = \underline{0.139}[\text{N}]. \quad (21)$$

Výpočet reakcí Ra-odp. a Rb-odp.

$$R_{a-odp.} = R_a \cdot \sin 10 = 0.139 \cdot \sin 10 = \underline{0.024}[\text{N}]. \quad (22)$$

$$R_{b-odp.} = R_b \cdot \sin 10 = 0.116 \cdot \sin 10 = \underline{0.020}[\text{N}]. \quad (23)$$

Výpočet odporové síly na trn vahadla

$$R_{-odp.} = R_{a-odp.} + R_{b-odp.} = 0.024 + 0.020 = \underline{0.044}[\text{N}]. \quad (24)$$

6 Technicko-ekonomické zhodnocení

K určení celkové ceny automatizovaného pracoviště pro třídění a etiketování láhví, je potřeba provést podrobný souhrn všech strojů, použitých periférií, spojovacích a vodících materiálů. V tomto technicko-ekonomickém zhodnocení nebude započítána cena na výrobu jednotlivých komponentů. Uvedené ceny budou použity z ceníků firemních katalogů, nebo na základě komunikace se zástupcem firmy. Nebudou zde uvedeny všechny ceny spojovacích materiálů.

Automatizované pracoviště pro třídění a etiketování plastových láhví				
Stroje	Díly	Množství [Ks]	Výrobce	Cena [Kč]
	Přímý pásový dopravník	1	Minitec	28600
	Šikmý pásový dopravník	1	Minitec	33670
	Etiketovací SYSTÉM 1	1	Albertina	350000
Vodící materiály	Plech 1000x2000x2	2	Ferona	876
	Ložisko	4	SkF	540
	Kr. tyč d=3[mm] l=1000[mm]	2	Ferona	26
	Kr. tyč d=12[mm] l=1000[mm]	2	Ferona	44
	Pl 20x5x1000[mm]	1	Ferona	21
Senzory	Odrasový senzor	2	Festo	2570
Spojovací materiály	-	-	Ferona	1000
Cena celkem 417347 Kč				

Tab. 6-1 Cenová studie automatizovaného pracoviště pro třídění a etiketování plastových láhví

Pozn. Ceny uvedené ve studii jsou platné k 11. 5. 2012.

7 Závěr

Cílem bakalářské práce byl návrh technologického zařízení pro zajištění požadované orientace a následné označení štítkem.

V první části byl proveden všeobecný přehled o strojích a technologiích používaných v této práci. Jako objekt manipulace byla vybrána plastová láhev tzv. "lékovka". Následně byly navrženy tři varianty, ze kterých byla optimalizací vybrána jedna jediná, která splňovala všechny nároky kladené v požadavkovém listě.

V druhé části práce byla podrobně rozpracována finální varianta, ve které mělo dojít k vytvoření automatizovaného pracoviště na roztřídění plastových láhví z chaotického uspořádání a následné označení štítkem po obvodu láhve. K vytvoření tohoto automatizovaného pracoviště byly využity dva pásové dopravníky od firmy Minitec, kde jeden byl pod úhlem na začátku pracoviště a byly do něj vysypány láhve, které pozvolně spadávaly dolů a získaly tak prvotní orientaci. Cílem druhého dopravníku bylo již orientované láhve hrdlem, nebo dnem dopředu přivést k zásobníkovému mechanismu, který měl zajistit pravidelné dávkování láhví k obracecímu zařízení. Obracíací zařízení pak sjednotilo směr láhví hrdlem vzhůru a přivedlo je k etiketovacímu stroji SYSTÉM 1 TWIST od firmy Albertina, který oštitkoval láhve štítkem po obvodu.

V třetí části práce bylo konstrukční řešení obracecího zařízení, kde byly podrobně popsány principy funkce obracecího zařízení, a byl proveden výpočet odporové síly na trn vahadla. Také zde bylo vypracováno technicko-ekonomické zhodnocení celého pracoviště.

V bakalářské práci je potřeba dořešit senzorický systém, pro zajištění plynulého a bezpečného chodu. A taktéž řízení pracoviště.

K práci je doložen dispoziční výkres pracoviště, sestava obracecího zařízení, výrobní výkres rámu obracecího zařízení a 3D model pracoviště vytvořen programem Pro/Engineer.

8 Seznam použité literatury

- [1] - Burkovič, J. *Mechanizace a automatizace výrobních zařízení*. 1. vyd. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2003. 115 s. ISBN 80-248-0513-8.
- [2] - J, Polák. *Dopravní a manipulační zařízení II*. Ostrava, 2003. 104 s. Oborová práce. VŠB-TU Ostrava. ISBN 802480493X,9788024804934.
- [3] - ČERNOCH, Josef. *Pásový dopravník*. Brno, 2008. 36 s. Bakalářská práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ.
- [4] - *Minitec* [online]. 1996, 2012 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.minitec.cz/>
- [5] - *ABC Kovopit-engineering* [online]. 2009, 2012 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.abckovopit.cz/etiketovacistroje.html>
- [6] - *TECHNOLOGY s.r.o.* [online]. 2011 [cit. 2011-12-11]. Etiketovací stroje. Dostupné z WWW: <<http://www.technology.cz/etiketovaci-stroje>>.
- [7] - *Albertina* [online]. 2011 [cit. 2011-12-11]. Etiketovací, plnicí a uzavírací stroje... Dostupné z WWW: <<http://www.albertina-labelling.com/index.asp?menu=722>>.
- [8] - Plast. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 9.2.2011, last modified on 20.11.2011 [cit. 2011-12-11]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Plast>>.
- [9] - SKAŘUPA, Jiří. *Kreativita a inovační myšlení v konstruování*. 1. vydání. Ostrava : VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2007. 230 s. ISBN 978-80-248-1717-0.
- [10] MARTÍNEK, P. *Transportní zařízení*. 1. Vydání. Ostrava: VŠB – TUO, 1993. 112 s. ISBN 80-7078-165-3.
- [11] - *Vinamet* [online]. 1993, 2012 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.vinamet.com/vyroby/tabid/2296/language/cs-cz/Default.aspx>
- [12] - *Technology Morava* [online]. 1996, 2012 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.technology-morava.cz/balici-stroje-obaly/balici-stroje/rotacni-stoly.htm>
- [13] - *VERVA–Tech.* [online]. 2012, 2012 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: http://www.verva-tech.cz/produkty/pasove-dopravniky_2/
- [14] - *TECHNOLOGY s.r.o.* [online]. 1992, 2012 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.technology.cz/etiketovaci-stroje>
- [15] - *Bioplanet* [online]. 2011, 2012 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.bioplanet.cz/blog/proc-tridit-odpad/>
- [16] - *PlasticPortal* [online]. 2009, 2012 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.plasticportal.cz/cs/trubky/ka/944/slavik-technicke-plasty-sro/>

9 Seznam příloh

9.1 Tištěná podoba

- Dispoziční výkres pracoviště: Automatizované pracoviště Buc150-01-01 (A0)
- Sestavný výkres: Obracecí zařízení Buc150-01-02 (A3)
- Výrobní výkres: Rámu-obracecí zařízení Buc150-01-03 (A3)

9.2 Přiložený disk CD-ROM

- Bakalářská práce v elektronické podobě (pdf)
- Výkresová dokumentace (AutoCad 2010, 2004)
- Model automatizovaného pracoviště (ProEngineer)
- Použité katalogy (pdf)
- Demonstrační video obracecího zařízení (MPEG-4)